

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-101644

(43)Date of publication of application : 13.04.1999

(51)Int.Cl.

G01C 19/56

G01P 9/04

(21)Application number : 09-279621

(71)Applicant : MURATA MFG CO LTD

(22)Date of filing : 25.09.1997

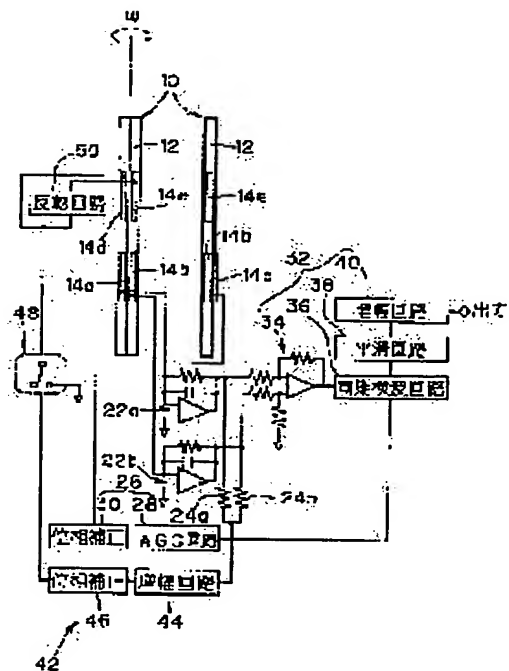
(72)Inventor : MORI AKIRA
KUMADA AKIRA

(54) VIBRATION GYROSCOPE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a vibration gyroscope which can judge whether a prescribed output sensitivity is maintained or not.

SOLUTION: This vibration gyroscope 10 comprises a vibrating body 12 and on its side face, piezoelectric elements 14a, 14b as detecting means, a piezoelectric element 14c as a driving means, and piezoelectric elements 14d, 14e are installed as a pseudo-Coriolis' force-generating means, respectively. The output signals of the piezoelectric elements 14a, 14b are sent to a detection circuit 32, compounded by resistors 24a, 24b, and transmitted to a driving circuit 26 and a pseudo-Coriolis signal generating circuit 42. By switching a switching element 48, the pseudo-Coriolis signals are sent to the piezoelectric elements 14d, 14e. In this case, pseudo-Coriolis signals in reverse phase are sent to the piezoelectric elements 14d, 14e by using an inversion circuit 50, so that force in the same direction as that of practical Coriolis' force is applied to the vibrating body 2 and the output of the detection circuit 32 can be measured.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 08.12.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 12.12.2000

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3191742

[Date of registration] 25.05.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2001-00248

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 10.01.2001

[Date of extinction of right]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-101644

(43)公開日 平成11年(1999)4月13日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

FI

G O I C 19/56

G O I C 19/56

G O I P 9/04

G O I P 9/04

審査請求 未請求 請求項の数6 FD (全 11 頁)

(21)出願番号 特願平9-279621

(22)出願日 平成9年(1997)9月25日

(71)出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72) 發明者 森 章

京都府長岡京市天神2丁目26番10号 株式
会社村田製作所内

(72)発明者 久万田 明

京都府長岡京市天神2丁目26番10号 株式
会社村田製作所内

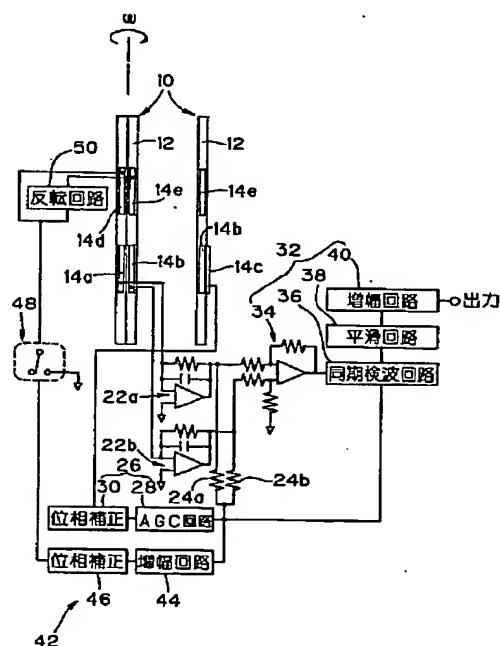
(74)代理人 弁理士 岡田 全啓

(54)【発明の名称】 振動ジャイロ

(57) 【要約】

【課題】 所定の出力感度が保たれているかどうかを判断することができる振動ジャイロを得る。

【解決手段】 振動ジャイロ 10 は振動体 12 を含み、その側面に、検出手段としての圧電素子 14 a, 14 b、駆動手段としての圧電素子 14 c および疑似コリオリ力発生手段としての圧電素子 14 d, 14 e を形成する。圧電素子 14 a, 14 b の出力信号を検出回路 32 に入力するとともに、抵抗 24 a, 24 b で合成して駆動回路 26 および疑似コリオリ信号発生回路 42 に入力する。スイッチング素子 48 を切り換えることにより、疑似コリオリ信号を圧電素子 14 d, 14 e に与える。このとき、反転回路 50 を用いて、圧電素子 14 d, 14 e に逆位相の疑似コリオリ信号を与えることにより、振動体 12 に実際のコリオリ力と同じ向きの力を加え、検出回路 32 の出力を測定する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 柱状の振動体、
前記振動体に屈曲振動を励起するために前記振動体の側面に形成される駆動手段、
前記振動体の屈曲振動の変化を検出するために前記振動体の側面に形成される検出手段、
前記振動体に回転角速度が加わったときに働くコリオリ力と同じ向きに前記振動体に力を加えるために前記振動体の側面に形成される疑似コリオリ力発生手段、および前記振動体に前記コリオリ力と同じ向きの力を加えるための疑似コリオリ信号を前記疑似コリオリ力発生手段に与えるための疑似コリオリ信号発生手段を含む、振動ジャイロ。

【請求項 2】 前記駆動手段と前記疑似コリオリ力発生手段とが兼用される、請求項 1 に記載の振動ジャイロ。

【請求項 3】 前記駆動手段と前記検出手段と前記疑似コリオリ力発生手段とが兼用される、請求項 1 に記載の振動ジャイロ。

【請求項 4】 音叉状の振動体、
前記振動体に開閉するような振動を励起するために前記振動体の側面に形成される駆動手段、
前記振動体の振動の変化を検出するために前記振動体の側面に形成される検出手段、
前記振動体に回転角速度が加わったときに働くコリオリ力と同じ向きに前記振動体に力を加えるために前記振動体の側面に形成される疑似コリオリ力発生手段、および前記振動体に前記コリオリ力と同じ向きの力を加えるための疑似コリオリ信号を前記疑似コリオリ力発生手段に与えるための疑似コリオリ信号発生手段を含む、振動ジャイロ。

【請求項 5】 前記検出手段と前記疑似コリオリ力発生手段とが兼用される、請求項 1 または請求項 4 に記載の振動ジャイロ。

【請求項 6】 前記振動体が振動している状態で、前記疑似コリオリ信号が前記疑似コリオリ力発生手段に与えられることにより、前記振動体が前記コリオリ力と同じ向きにも励振される、請求項 1 ないし請求項 5 のいずれかに記載の振動ジャイロ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は振動ジャイロに関し、特にたとえば、カーナビゲーションシステム、車両の姿勢制御、カメラの手振れ補正などを行うために回転角速度を検出するための振動ジャイロに関する。

【0002】

【従来の技術】図 1 4 は従来の振動ジャイロの一例を示す斜視図であり、図 1 5 はこの振動ジャイロを使用するための回路を示すブロック図である。振動ジャイロ 1 は、たとえば正 3 角柱状の振動体 2 を含む。振動体 2 の 3 つの側面の中央部には、それぞれ圧電素子 3 a、3

b、3 c が形成される。圧電素子 3 a、3 b は電荷検出回路 4 a、4 b に接続され、電荷検出回路 4 a、4 b の出力信号が合成されて、駆動回路 5 に入力される。駆動回路 5 において、入力信号が増幅、位相補正され、得られた信号が駆動信号として圧電素子 3 c に与えられる。それによって、振動体 2 は、圧電素子 3 c 形成面に直交する向きに屈曲振動する。

【0003】さらに、電荷検出回路 4 a、4 b は、検出回路 6 に接続される。検出回路 6 は、差動回路、同期検波回路、平滑回路、直流増幅回路などを含み、差動回路で電荷検出回路 4 a、4 b の出力信号の差がとられ、差動回路の出力信号が検波、平滑、増幅される。無回転時においては、圧電素子 3 a、3 b の屈曲状態は同じであるため、圧電素子 3 a、3 b で発生する電荷は同じである。そのため、電荷検出回路 4 a、4 b の出力信号は同じであり、検出回路 6 でその差をとれば、検出回路 6 の出力信号は 0 となる。そして、図 1 4 に示すように、振動体 2 の軸を中心として回転角速度 ω が加わると、コリオリ力によって振動体 2 の屈曲振動の方向が変わる。そのため、圧電素子 3 a、3 b の屈曲状態が変わり、圧電素子 3 a、3 b に発生する電荷に差が生じ、電荷検出回路 4 a、4 b の出力信号にも差が生じる。そのため、検出回路 6 の差動回路から信号が出力され、その信号が検波、平滑、増幅されることにより、回転角速度に対応した直流信号が得られる。

【0004】また、図 1 6 および図 1 7 に示すように、音叉状の振動体 2 を用いた振動ジャイロもある。この振動ジャイロ 1 では、互いの面が直交するように配置された駆動板 2 a と検出板 2 b とで振動体 2 が形成されている。駆動板 2 a には、駆動用圧電素子 7 a が形成され、検出板 2 b には検出用圧電素子 7 b が形成される。2 つの駆動用圧電素子 7 a 間に駆動回路が接続され、一方の駆動用圧電素子 7 a の出力信号が帰還用として用いられ、他方の駆動用圧電素子 7 a に駆動信号が与えられる。これによって、振動体 2 は、開閉するように振動する。

【0005】無回転時においては、検出板 2 b はその幅方向に動くため、検出板 2 b に屈曲は生じない。そのため、検出回路 6 の出力信号は 0 となり、回転角速度が加わっていないことがわかる。振動体 2 の軸を中心として回転角速度が加わると、コリオリ力によって、検出板 2 b の面に直交する向き、つまり検出板 2 b の厚み方向に屈曲振動が生じる。このとき、2 つの検出板 2 b は互いに逆向きに屈曲するため、2 つの検出用圧電素子 7 b に発生する電荷に差が生じ、検出回路からコリオリ力に対応した直流信号を得ることができる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】これらの振動ジャイロでは、温度などの外部環境の変化や、振動、衝撃などが加わることで、出力感度に変化する場合がある。し

かしながら、これらの振動ジャイロには、出力感度の変化を自己で診断する方法がなく、故障しているかどうかを判断することができなかった。

【0007】それゆえに、この発明の主たる目的は、所定の出力感度が保たれているかどうかを自己で判断することができる振動ジャイロを提供することである。

【0008】

【課題を解決するための手段】この発明は、柱状の振動体と、振動体に屈曲振動を励起するために振動体の側面に形成される駆動手段と、振動体の屈曲振動の変化を検出するために振動体の側面に形成される検出手段と、振動体に回転角速度が加わったときに働くコリオリ力と同じ向きに力を加えるために振動体の側面に形成される疑似コリオリ力発生手段と、振動体にコリオリ力と同じ向きの力を加えるための疑似コリオリ信号を疑似コリオリ力発生手段に与えるための疑似コリオリ信号発生手段とを含む、振動ジャイロである。この振動ジャイロにおいて、駆動手段と疑似コリオリ力発生手段とを兼用してもよい。さらに、この振動ジャイロにおいて、駆動手段と検出手段とコリオリ力発生手段とを兼用してもよい。また、この発明は、音叉状の振動体と、振動体に開閉するような振動を励起するために振動体の側面に形成される駆動手段と、振動体の振動の変化を検出するために振動体の側面に形成される検出手段と、振動体に回転角速度が加わったときに働くコリオリ力と同じ向きに振動体に力を加えるために振動体の側面に形成される疑似コリオリ力発生手段と、振動体にコリオリ力と同じ向きの力を加えるための疑似コリオリ信号を疑似コリオリ力発生手段に与えるための疑似コリオリ信号発生手段とを含む、振動ジャイロである。これらの柱状または音叉状の振動体を用いた振動ジャイロにおいて、検出手段と疑似コリオリ力発生手段とを兼用してもよい。これらの振動ジャイロにおいて、振動体が振動している状態で、疑似コリオリ信号が疑似コリオリ力発生手段に与えられることにより、振動体がコリオリ力と同じ向きにも励振される。

【0009】駆動手段によって、柱状の振動体に屈曲振動が励起され、また音叉状の振動体に開閉するような振動が励起される。疑似コリオリ力発生手段に疑似コリオリ信号が与えられることにより、振動体に一定のコリオリ力が働いたのと同様の振動が発生する。したがって、予め設定された出力感度を有する振動ジャイロに疑似コリオリ信号を与えたときに、検出手段から得られる信号を記憶させておけば、検査時に疑似コリオリ力発生手段によって発生した振動による検出手段の出力信号と記憶された信号とを比較することにより、振動ジャイロの出力感度に変化がないかどうかを見つけることができる。つまり、振動体が振動している状態で、疑似コリオリ信号を入力することにより、振動体がコリオリ力の向きにも振動することになり、検出手段の出力信号を測定することにより、自己で出力感度の変化を診断することがで

きる。

【0010】疑似コリオリ力発生手段と駆動手段とを兼用したり、疑似コリオリ力発生手段と検出手段とを兼用したり、疑似コリオリ力発生手段と駆動手段と検出手段とを兼用すれば、振動ジャイロの構造を簡略化することができる。

【0011】この発明の上述の目的、その他の目的、特徴および利点は、図面を参照して行う以下の実施例の詳細な説明から一層明らかとなろう。

【0012】

【発明の実施の形態】図1はこの発明の振動ジャイロの一例を示す斜視図であり、図2はその側面図である。振動ジャイロ10は、たとえば正三角柱状の振動体12を含む。振動体12は、たとえばエリンパ、鉄-ニッケル合金、石英、ガラス、水晶、セラミックなど、一般的に機械的な振動を生じる材料で形成される。振動体12の長手方向の中央部の一方側において、振動体12の3つの側面に、圧電素子14a、14b、14cが形成される。また、振動体12の長手方向の中央部の他方側において、振動体12の圧電素子14a、14bが形成された面に、それぞれ圧電素子14d、14eが形成される。

【0013】圧電素子14a、14bは、振動体12の屈曲振動の変化を検出するための検出手段として用いられる。また、圧電素子14cは、振動体12に屈曲振動を励起するための駆動手段として用いられる。このとき、圧電素子14a、14bは、駆動手段に与える駆動信号を得るための帰還用としても用いられる。さらに、圧電素子14d、14eは、振動体12の軸を中心として回転角速度が加わったときに働くコリオリ力と同じ向きに振動体12を屈曲振動させるための疑似コリオリ力発生手段として用いられる。

【0014】圧電素子14aは、図3に示すように、圧電セラミックなどで形成される圧電層16aを含む。この圧電層16aの両面に、電極18a、20aが形成される。そして、一方の電極20aが、振動体12の側面に接着される。同様に、圧電素子14b、14cは圧電層16b、16cを含み、その両面に電極18b、20bおよび電極18c、20cが形成される。そして、一方の電極20b、20cが、振動体12の側面に接着される。さらに、図4に示すように、圧電素子14d、14eは圧電層16d、16eを含み、その両面に電極18d、20dおよび電極18e、20eが形成される。そして、一方の電極20d、20eが、振動体12の側面に接着される。

【0015】この振動ジャイロ10を使用するために、図5に示すような回路が用いられる。なお、図5では、各圧電素子の接続関係を示すために、振動ジャイロを2つの方向から見た図を示してある。圧電素子14a、14bは、電荷検出回路22a、22bに接続される。電

荷検出回路22a, 22bは、それぞれ抵抗24a, 24bの一端に接続され、抵抗24a, 24bの他端は互いに接続されて、駆動回路26に接続される。駆動回路26は、自動利得制御回路(AGC回路)28および位相補正回路30を含み、抵抗24a, 24bで合成された信号の振幅および位相が調整される。このようにして得られた信号が、駆動信号として圧電素子14cに与えられる。

【0016】また、電荷検出回路22a, 22bは、検出回路32に接続される。検出回路32は差動増幅回路34を含み、差動増幅回路34から電荷検出回路22a, 22bの出力信号の差が出力される。差動増幅回路34の出力端は、同期検波回路36に接続される。そして、抵抗24a, 24bで合成された信号に同期して、差動増幅回路34の出力信号が検波される。同期検波回路36の出力信号は平滑回路38で平滑され、さらに増幅回路40で増幅される。

【0017】さらに、抵抗24a, 24bで合成された信号は、疑似コリオリ信号発生回路42に入力される。疑似コリオリ信号発生回路42は、増幅回路44, 位相補正回路46およびスイッチング素子48を含む。スイッチング素子48は、圧電素子14dに接続されるとともに、反転回路50を介して圧電素子14eに接続される。通常時においては、スイッチング素子48によって、圧電素子14dおよび反転回路50は、基準電位に接続される。そして、スイッチング素子48を切り換えることにより、位相補正回路46が、圧電素子14dおよび反転回路50に接続される。スイッチング素子48としては、たとえばメカニカルスイッチや半導体スイッチング素子などを用いることができる。

【0018】この振動ジャイロ10では、電荷検出回路22a, 22bによって、圧電素子14a, 14bに発生した電荷に対応した信号が出力される。これらの信号が、抵抗24a, 24bで合成され、駆動回路26で振幅と位相が調整される。このようにして得られた駆動信号が圧電素子14cに与えられ、振動体12は圧電素子14c形成面に直交する向きに屈曲振動する。このとき、AGC回路28によって駆動信号の振幅が一定に保たれるため、振動体12は一定の振幅で屈曲振動する。

【0019】無回転時においては、圧電素子14a, 14bの屈曲状態は同じであるため、これらの圧電素子14a, 14bに発生する電荷は同じである。そのため、電荷検出回路22a, 22bから得られる信号も同じであり、差動増幅回路34からは信号が出力されない。そのため、振動ジャイロ10に回転角速度が加わっていないことがわかる。

【0020】そして、図5に示すように、振動体12の軸を中心として回転角速度 ω が加わると、無回転時の屈曲振動の方向と直交する向きにコリオリ力が働く。このコリオリ力により、振動体12の振動方向が変わる。そ

のため、圧電素子14a, 14bの屈曲状態に差が生じ、これらの圧電素子14a, 14bに発生する電荷に差が生じる。それにより、電荷検出回路22a, 22bの出力信号に差が生じ、差動増幅回路34から信号が出力される。差動増幅回路34の出力信号は、同期検波回路36で、抵抗22a, 22bで合成された信号に同期して検波される。それによって、差動増幅回路34の出力信号の正部分のみまたは負部分のみ、あるいは正負のいずれかを反転した信号が検波される。同期検波回路36で検波された信号は、平滑回路38で平滑され、さらに増幅回路40で増幅される。

【0021】圧電素子14a, 14bに発生する電荷の変化は、振動体12の屈曲方向の変化に対応している。振動体12の屈曲方向の変化はコリオリ力に対応しているため、検出回路32から出力される信号はコリオリ力に対応した信号となる。したがって、検出回路32の信号を測定することにより、振動ジャイロ10に加わった回転角速度を検出することができる。

【0022】振動ジャイロ10に加わる回転角速度の向きが逆になった場合、振動体12の屈曲振動も逆に変化する。そのため、圧電素子14a, 14bに発生する電荷の変化も逆となり、差動増幅回路34から出力される信号の位相は逆になる。そのため、同期検波回路36で検波される信号の極性も逆となり、増幅回路40から出力される直流信号の極性も逆となる。したがって、検出回路32の出力信号の極性から、回転角速度の向きを知ることができる。

【0023】この振動ジャイロ10において、出力感度の測定をするためには、振動体12が屈曲振動している状態で、スイッチング素子48が切り換えられる。それによって、抵抗24a, 24bで合成された信号が、疑似コリオリ信号発生回路42の増幅回路44で増幅され、さらに位相補正回路46で位相補正される。このようにして得られた信号は、疑似コリオリ信号として、圧電素子14dに与えられる。また、疑似コリオリ信号が反転回路50で反転され、圧電素子14eに与えられる。したがって、圧電素子14d, 14eには、互いに逆位相の信号が与えられる。そのため、振動体12には、無回転時の屈曲振動の方向に直交する向きに力が加わり、実際にコリオリ力が加わったときと同様の屈曲振動が励起される。

【0024】このとき、振動体12は、実際にコリオリ力が働いたときと同様に屈曲振動の向きが変化するため、それに対応した出力信号が得られる。したがって、予め設定された出力感度を有する振動ジャイロ10に疑似コリオリ信号を与えたときの出力の値を記憶させておけば、検査時に疑似コリオリ信号を与えたときの出力信号と記憶された値とを比較することにより、出力感度が変化しているかどうかを知ることができる。つまり、疑似コリオリ信号を与えたときの出力信号と記憶された所

定の値とが異なるときには、振動ジャイロ10の出力感度に異常があることを示している。このように、この振動ジャイロ10では、疑似コリオリ信号を与えることによって、感度に変化しているかどうかを自己診断することができる。

【0025】図6は、圧電素子14d、14eが、駆動手段と疑似コリオリ力発生手段とを兼用している例を示すブロック図である。この振動ジャイロ10では、図5に示される振動ジャイロに比べて、圧電素子14cが形成されていない。この振動ジャイロ10では、駆動回路26の出力信号が、圧電素子14d、14eに与えられる。また、疑似コリオリ信号発生回路42は、図5に示す振動ジャイロと同様に、圧電素子14dに接続されるとともに、反転回路50を介して圧電素子14eに接続される。

【0026】この振動ジャイロ10では、圧電素子14dに駆動信号が与えられることにより、振動体12の圧電素子14d形成面に直交する向きに屈曲するような力が働く。また、圧電素子14eに駆動信号が与えられることにより、振動体12の圧電素子14e形成面に直交する向きに屈曲するような力が働く。これらの力が合成され、振動体12は、圧電素子の形成されていない面に直交する向きに屈曲振動する。回転角速度の検出については、図5に示す振動ジャイロと同様にして行うことができる。

【0027】このような振動ジャイロ10においても、振動体14が屈曲振動している状態でスイッチング素子48を切り換えることにより、駆動用として用いられる圧電素子14d、14eに逆位相の信号が与えられる。それによって、振動体12に無回転時の屈曲振動と直交する向きに力が働く。それによって振動体12の屈曲振動の向きが変わり、実際のコリオリ力が働いたときに相当する出力信号が得られる。したがって、検査時に疑似コリオリ信号を与えたときの出力信号と所定の値とを比較することにより、振動ジャイロ10の出力感度に異常がないかどうかを自己診断することができる。

【0028】また、図7は、検出手段と疑似コリオリ力発生手段とが兼用される例を示すブロック図である。この振動ジャイロ10では、図8に示すように、振動体14の3つの側面の中央部に、それぞれ圧電素子14a、14b、14cが形成され、図1に示すような圧電素子14d、14eが形成されていない。この振動ジャイロ10では、駆動回路26の出力信号が、圧電素子14cに与えられる。また、圧電素子14a、14bは、電荷検出回路22a、22bを介して、検出回路32に接続される。さらに、疑似コリオリ信号発生回路42は、圧電素子14bに接続されるとともに、反転回路50を介して圧電素子14aに接続される。つまり、この振動ジャイロ10においては、圧電素子14a、14bが、検出手段と疑似コリオリ力発生手段を兼用している。

【0029】この振動ジャイロ10では、圧電素子14cに駆動信号が与えられることにより、振動体12は圧電素子14c形成面に直交する向きに屈曲振動する。そして、回転角速度の検出については、図5に示す振動ジャイロと同様にして行うことができる。

【0030】さらに、図9は、駆動手段と検出手段と疑似コリオリ力発生手段とが兼用される例を示すブロック図である。この振動ジャイロ10も、図8に示される3つの圧電素子14a、14b、14cを有する振動ジャイロである。この振動ジャイロ10では、圧電素子14cの出力信号が帰還信号として駆動回路26に入力され、駆動回路26の出力信号が、圧電素子14a、14bに与えられる。また、圧電素子14a、14bは、電荷検出回路22a、22bを介して、検出回路32に接続される。さらに、疑似コリオリ信号発生回路42は、圧電素子14bに接続されるとともに、反転回路50を介して圧電素子14aに接続される。つまり、この振動ジャイロ10においては、圧電素子14a、14bが、駆動手段、検出手段および疑似コリオリ力発生手段を兼用している。

【0031】この振動ジャイロ10では、圧電素子14a、14bに駆動信号が与えられることにより、図6に示す振動ジャイロと同様にして、振動体12が圧電素子14c形成面に直交する向きに屈曲振動する。そして、回転角速度の検出については、図5に示す振動ジャイロと同様にして行うことができる。

【0032】図7や図9に示す振動ジャイロにおいても、振動体14が屈曲振動している状態でスイッチング素子48を切り換えることにより、検出用として用いられる圧電素子14a、14bまたは駆動検出用として用いられる圧電素子14a、14bに逆位相の信号が与えられる。それによって、振動体12に無回転時の屈曲振動と直交する向きに力が働く。それによって、振動体12の屈曲振動の向きが変わり、実際のコリオリ力が働いたときに相当する出力信号が得られる。したがって、検査時に疑似コリオリ力を与えたときの出力信号と所定の値とを比較することにより、振動ジャイロ10の出力感度に異常がないかどうかを自己診断することができる。

【0033】また、図10および図11に示すような、音叉状の振動体12を有する振動ジャイロ10についても、出力感度の変化を検出することができる。この振動ジャイロ10の振動体12は、互いの面が対向するように配置された2つの駆動板12aと、駆動板12aの面と直交するように配置された検出板12bとを含む。検出板12bは、駆動板12aの長手方向の一方の端部でかつ幅方向の一方の端部に形成される。そして、2つの駆動板12aの他方の端部が接続部材12cで接続され、音叉状の振動体12が形成されている。2つの駆動板12aの間において、接続部材12cの中央部から上方に延びるようにして、L字状の支持部材60が形成さ

れる。この支持部材60の端部が、支持基板などに取り付けられる。

【0034】2つの駆動板12aの外側の面には、駆動手段としての圧電素子62a、62bが形成される。また、2つの検出板12bには、それぞれ検出手段としての圧電素子64a、64bと疑似コリオリ力発生手段としての圧電素子66a、66bが形成される。このとき、圧電素子64aと圧電素子66aとが一方の検出板12aの幅方向に並んで形成され、圧電素子64bと圧電素子66bとが他方の検出板12bの幅方向に並んで形成される。

【0035】この振動ジャイロ10では、図12に示すように、一方の圧電素子62aが電荷検出回路68に接続され、この電荷検出回路68が駆動回路26に接続される。そして、駆動回路26で得られた駆動信号が、他方の圧電素子62bに与えられる。また、2つの圧電素子64a、64bは、それぞれ電荷検出回路22a、22bに接続され、電荷検出回路22a、22bは検出回路32に接続される。検出回路32の同期検波回路36では、差動増幅回路34の出力信号が、駆動側の電荷検出回路68の信号に同期して検波される。さらに、電荷検出回路68の出力信号は疑似コリオリ信号発生回路42に入力される。そして、疑似コリオリ信号発生回路42の出力信号が、スイッチング素子48を介して、反転回路50および圧電素子66bに与えられる。反転回路50の出力信号は、圧電素子66aに与えられる。

【0036】この音叉状の振動体12を有する振動ジャイロ10では、駆動回路26によって、駆動板12aに屈曲振動が励起される。それによって、振動体12は、全体として開閉するように振動する。無回転時には、検出板12bは幅方向に振動するため、検出板12bは屈曲しない。そのため、圧電素子64a、64bには電荷が発生せず、検出回路32からは信号が出力されない。

【0037】そして、図12に示すように、振動体12の軸を中心として回転各速度 ω が加わると、振動体12の振動方向と直交する向きにコリオリ力が発生する。つまり、検出板12bの面に直交する向きにコリオリ力が発生する。そのため、検出板12bに屈曲が生じ、圧電素子64a、64bに電荷が発生する。このとき、振動体12は開閉する振動、つまり2つの駆動板12aが互いに逆向きの振動をしているため、2つの検出板12bにかかるコリオリ力は逆向きとなる。そのため、2つの検出板12bは互いに逆向きに屈曲し、圧電素子64a、64bに発生する電荷は逆極性となる。したがって、電荷検出回路22a、22bの出力信号は逆位相のものとなり、これらの信号の差を差動増幅回路34から出力させることにより、検出回路32から回転角速度に対応した直流信号を得ることができる。また、検出回路32の出力信号の極性から、回転角速度の向きを知ること

とができる。

【0038】このような振動ジャイロ10においても、無回転時にスイッチング素子48を切り換えることにより、圧電素子66a、66bに逆位相の疑似コリオリ信号を与えることができる。それによって、実際にコリオリ力が働いたのと同様に、2つの検出板12bは、互いに逆向きに屈曲する。この屈曲によって、圧電素子64a、64bに電荷が発生し、検出回路32から信号が出力される。したがって、予め設定された出力感度を有する振動ジャイロ10に疑似コリオリ信号を与えたときの出力の値を記憶させておけば、その記憶された値と比較することにより、振動ジャイロ10の出力感度が変化しているかどうかを知ることができる。

【0039】なお、図13に示すように、2つの検出板12bに、それぞれ1つの圧電素子70a、70bを形成した振動ジャイロ10を用いてもよい。この場合、圧電素子70a、70bは、検出手段および疑似コリオリ力発生手段として兼用される。つまり、圧電素子70a、70bは検出回路32に接続されるとともに、疑似コリオリ信号発生回路42の出力信号が入力される。このとき、圧電素子70a、70bの一方には、反転回路50で反転された疑似コリオリ信号が入力される。このように、検出手段としての圧電素子70a、70bに疑似コリオリ信号を与えても、無回転時の振動方向と直交する向きに力を加えることができ、振動ジャイロの出力感度に変化がないかどうかを知ることができる。もちろん、柱状の振動体を用いた振動ジャイロにおいて、検出手段と疑似コリオリ力発生手段とを兼用してもよい。

【0040】なお、上述のそれぞれの振動ジャイロでは、振動体上に圧電素子を形成して、これらの圧電素子を駆動手段、検出手段、疑似コリオリ力発生手段としたが、振動体を圧電体で形成し、その振動体上に電極を形成してもよい。たとえば、正三角柱状の振動体を用いる場合、図1や図4または図8などに示されている圧電素子と同じ位置に電極が形成される。そして、駆動手段としての電極に駆動信号を与えることにより振動体が屈曲振動し、検出手段としての電極からコリオリ力に対応した信号を得ることができる。また、疑似コリオリ力発生手段としての電極に疑似コリオリ信号を与えることにより、実際のコリオリ力が加わったように振動体を屈曲させることができる。したがって、このときの検出回路の出力信号を測定することにより、振動ジャイロの出力感度に変化していないかどうかを知ることができる。

【0041】また、柱状の振動体を用いた振動ジャイロについて、たとえば4角柱状や5角柱状あるいは円柱状などの他の柱状に形成した振動体を用いてもよい。つまり、無回転時における基本振動の方向と直交する向きに、疑似コリオリ力を発生させることができるようにすることにより、振動ジャイロの出力感度をチェックすることができる。

【0042】このように、この振動ジャイロ10では、疑似コリオリ信号を入力することによって、振動ジャイロ10の出力感度に変化がないかどうかを確認することができる。したがって、外部環境の変化や振動、衝撃などによる振動ジャイロの故障を簡単に見つけることができる。

【0043】

【発明の効果】この発明によれば、疑似コリオリ信号を入力することによる自己診断機能により、振動ジャイロの出力感度の変化を見つけることができ、故障の有無を確認することができる。また、疑似コリオリ力発生手段と駆動手段とを兼用したり、疑似コリオリ力発生手段と検出手段とを兼用したり、疑似コリオリ力発生手段と駆動手段と検出手段とを兼用することによって、振動ジャイロの構造を簡単にすることができ、振動ジャイロの製造が容易になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の振動ジャイロの一例を示す斜視図である。

【図2】図1に示す振動ジャイロの側面図である。

【図3】図1の線III-IIIにおける断面図である。

【図4】図1の線IV-IVにおける断面図である。

【図5】図1および図2に示す振動ジャイロを使用するための回路を示すブロック図である。

【図6】駆動手段と疑似コリオリ力発生手段とを兼用した振動ジャイロの回路を示すブロック図である。

【図7】検出手段と疑似コリオリ力発生手段とを兼用した振動ジャイロの回路を示すブロック図である。

【図8】図7に示す回路で用いられる振動ジャイロを示す斜視図である。

【図9】駆動手段と検出手段と疑似コリオリ力発生手段とを兼用した振動ジャイロの回路を示すブロック図である。

【図10】音叉状の振動体を用いた振動ジャイロの一例を示す平面図である。

【図11】図10に示す振動ジャイロの側面図である。

【図12】図10および図11に示す振動ジャイロを使用するための回路を示すブロック図である。

【図13】音叉状の振動体を用いた振動ジャイロにおいて、検出手段と疑似コリオリ力発生手段とを兼用した振動ジャイロの回路を示すブロック図である。

【図14】従来の振動ジャイロの一例を示す斜視図である。

【図15】図14に示す振動ジャイロを使用するための回路を示すブロック図である。

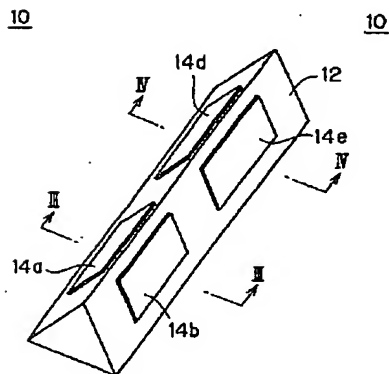
【図16】従来の振動ジャイロの他の例を示す平面図である。

【図17】図16に示す振動ジャイロの側面図である。

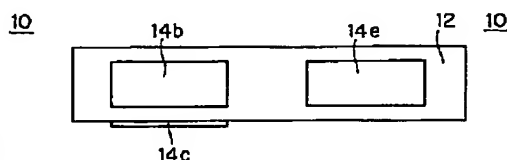
【符号の説明】

- 10 振動ジャイロ
- 12 振動体
- 14a, 14b 圧電素子（検出手段）
- 14c 圧電素子（駆動手段）
- 14d, 14e 圧電素子（疑似コリオリ力発生手段）
- 22a, 22b 電荷検出回路
- 24a, 24b 抵抗
- 26 駆動回路
- 32 検出回路
- 42 疑似コリオリ信号発生回路
- 48 スイッチング素子
- 50 反転回路
- 62a, 62b 圧電素子（駆動手段）
- 64a, 64b 圧電素子（検出手段）
- 66a, 66b 圧電素子（疑似コリオリ力発生手段）
- 70a, 70b 圧電素子（検出手段、疑似コリオリ力発生手段）

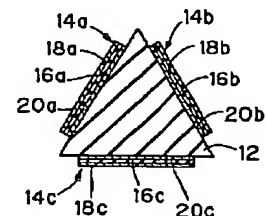
【図1】



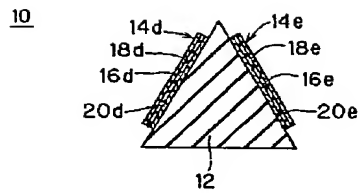
【図2】



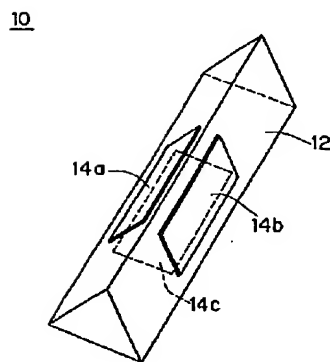
【図3】



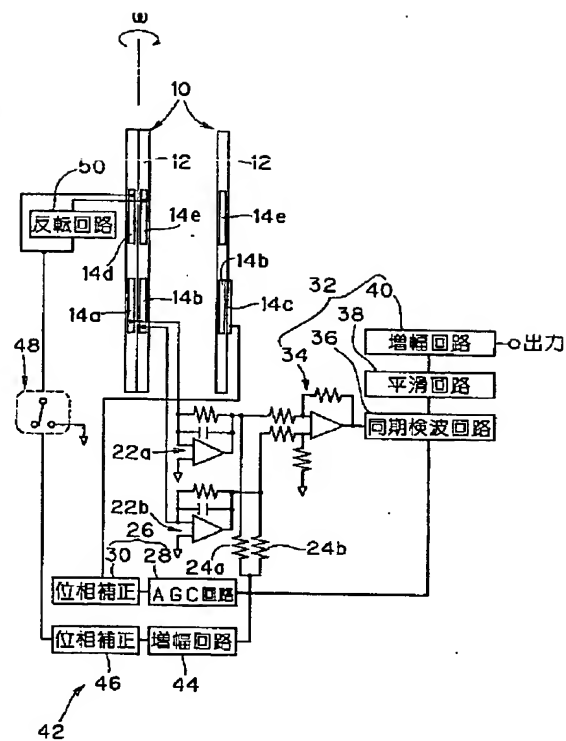
【図4】



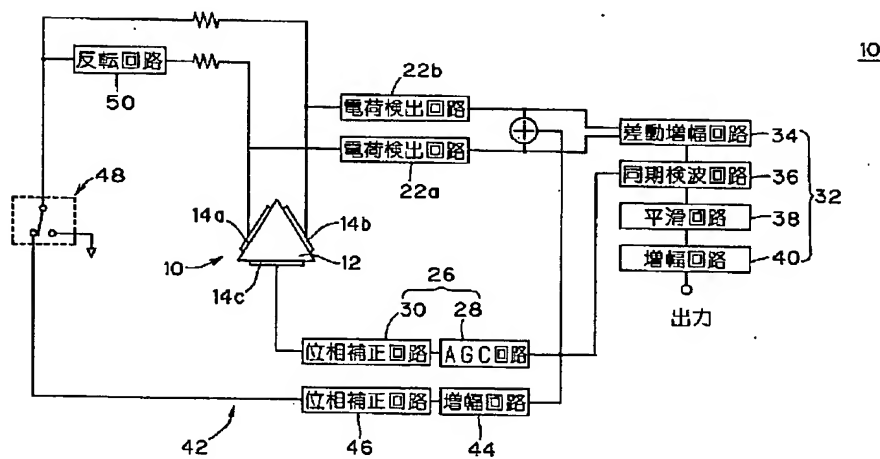
【図8】



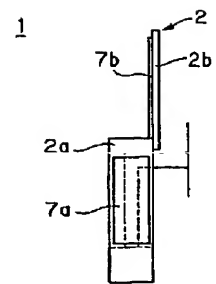
【図5】



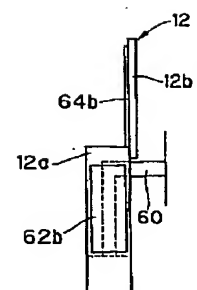
【図7】



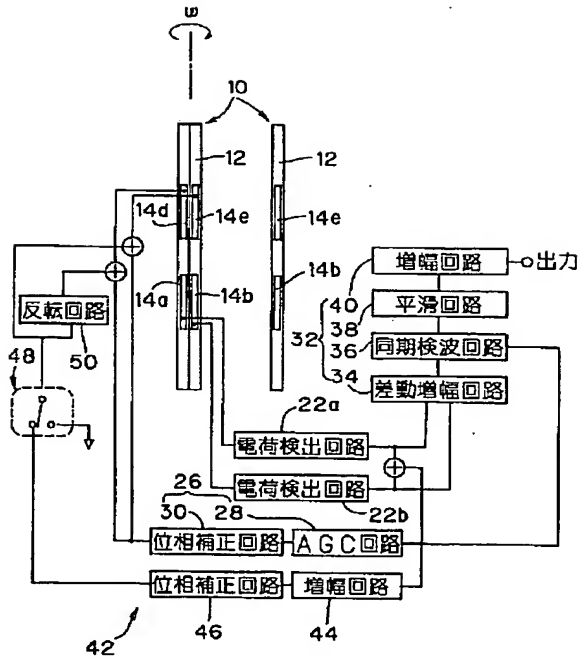
【図17】



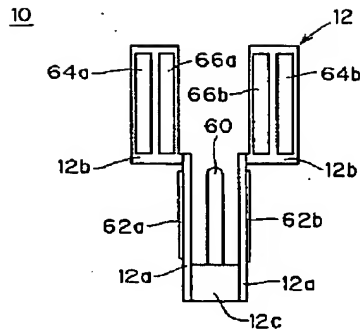
【図11】



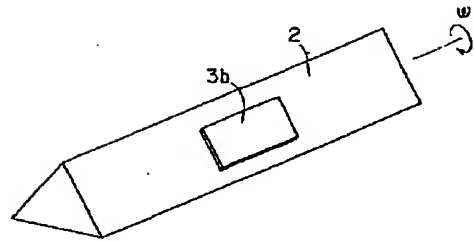
【図6】



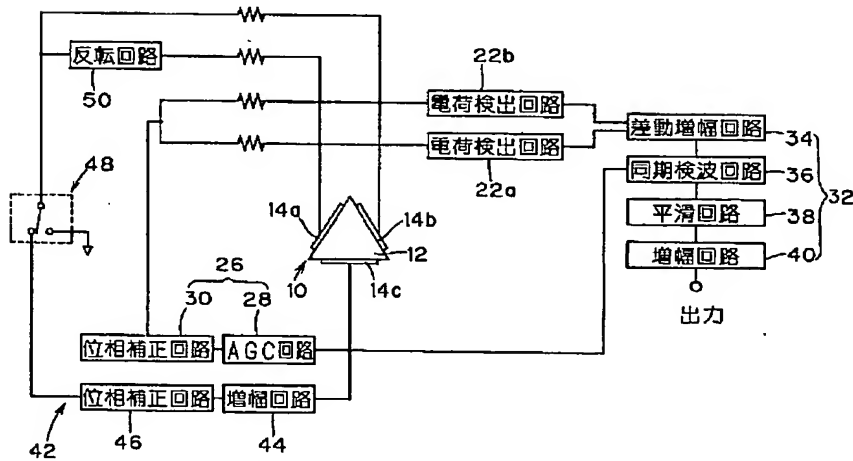
【図10】



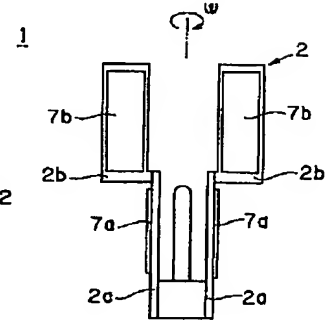
【図14】



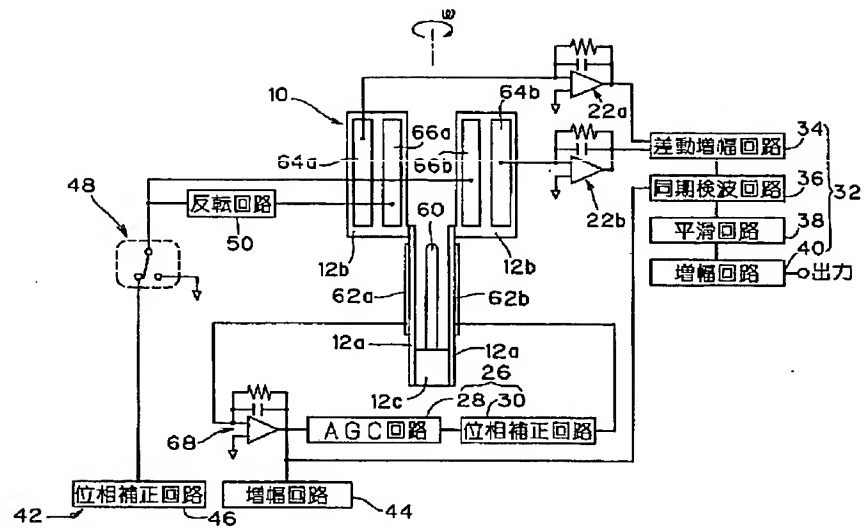
【図9】



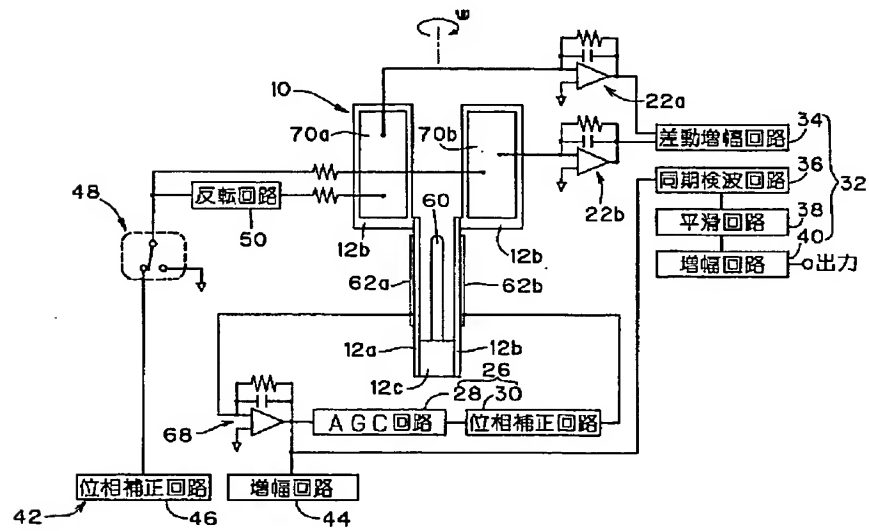
【図16】



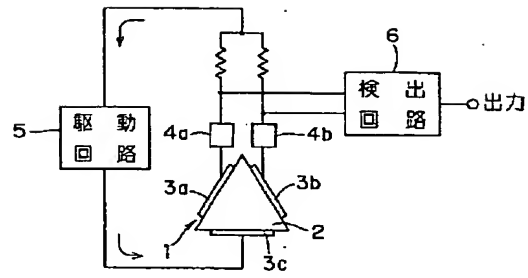
【図 1 2】



【図 1 3】



【図15】



THIS PAGE BLANK (USPTO)